

**10/567654**PCT/EP2005/054884  
2004P16587WOUS

- 1 -

**IAP20 Rec'd PCT/PTO 08 FEB 2006**

## Description

Fuel pump and fuel feed system for an internal combustion engine of a motor vehicle having a fuel pump

The invention relates to a fuel pump having a driven impeller facing a casing part, with rings of guide vanes arranged in the impeller concentrically enclosing one another and defining blade chambers, with partially annular fuel feed ducts facing the rings of guide vanes in the casing part, and with outlet ducts connected to the partially annular ducts, the rings of the blade chambers and the partially annular ducts forming a radially inner delivery chamber and a radially outer delivery chamber. The invention further relates to a fuel feed system for an internal combustion engine of a motor vehicle having such a fuel pump for drawing fuel from a fuel tank and delivering the fuel to the internal combustion engine.

Such fuel pumps are commonly used in fuel feed systems of modern motor vehicles and are known in practice. Here the delivery chambers of the fuel pump serve for filling a swirl pot and for supplying the internal combustion engine of the motor vehicle with fuel. The impeller is generally fixed on a shaft of an electric motor and in normal operation is driven at a rated speed. Particularly when starting the internal combustion engine at low temperatures, however, the rated speed frequently is not reliably achieved, since the electric motor is driven at a low voltage and therefore has only a low power output. This leads, especially in the radially inner delivery chamber, to a greatly reduced delivery capacity of the fuel pump. In the worst case

this means that the swirl pot is no longer filled and the delivery of fuel to the internal combustion engine is interrupted.

A further disadvantage of the known fuel feed system is that the impeller in normal operation has to be constantly driven at the rated speed regardless of the fuel demand of the internal combustion engine, in order that the delivery capacity of the radially inner delivery chamber does not fall. This means that the fuel pump has an unnecessarily high energy demand in order to drive the impeller.

The object of the invention is to design a fuel pump of the aforementioned type so that it ensures a sufficiently high delivery capacity of the inner delivery chamber even at a low impeller speed below the rated speed. It is furthermore intended to create a fuel feed system having such a fuel pump which ensures a reliable fuel feed at different impeller speeds.

According to the invention the first aforementioned object is achieved in that the radially outer delivery chamber is connected to the radially inner delivery chamber via a connecting duct.

This design enables fuel to flow from the radially outer delivery chamber over to the radially inner delivery chamber when the pressure falls inside the radially inner delivery chamber. Since at low impeller speed the delivery capacity in the radially outer delivery chamber falls considerably less than in the radially inner delivery chamber, this ensures a reliable delivery of fuel in both delivery chambers. The fuel pump according to the invention can therefore also be operated at a speed below the rated speed

in the event of a correspondingly low fuel demand of the internal combustion engine without the risk of interrupting the delivery of fuel.

The fuel pump according to the invention is of particularly simple design if the connecting duct is arranged in the casing part and connects the partially annular ducts.

The fuel pump according to the invention is particularly inexpensive to produce if the connecting duct takes the form of a groove arranged in the casing part. Since the casing part of the fuel pump is generally produced by a sintering process or injection molding process anyway, the connecting duct can be produced by a very simple structural modification of the mold shape for the casing part.

In the event of a pressure gradient between the radially outer delivery chamber and the radially inner delivery chamber a fuel supply to the radially inner delivery chamber can be reliably ensured if the connecting duct points away from the radially outer delivery chamber towards the radially inner delivery chamber viewed in the direction of rotation of the impeller. Since the pressure in the radially outer delivery chamber is generally greater than in the radially inner delivery chamber and moreover increases over the length thereof, a suitable choice of the connection of the connecting duct to the radially outer delivery chamber is a simple way of ensuring what minimum pressure is set in the radially inner delivery chamber.

According to another advantageous development of the invention, the connecting duct can easily be prevented from exerting any influence on the flows in the delivery chambers at rated speed if the connections of the connecting duct to the radially inner and the radially outer delivery chambers are laid so that at a rated speed of the impeller the same pressure prevails on both connections. Since at low impeller

speed the pressure in the radially inner delivery chamber falls particularly sharply, this design serves by means of the connecting duct to raise the pressure in the radially inner delivery chamber solely when operating below the rated speed.

According to another advantageous development of the invention the connection of the connecting duct to the outer delivery chamber is particularly inexpensive if an initial section of the connecting duct connected to the radially outer, partially annular duct is inclined by a designated angle  $\alpha$  to the straight line taken through the axis of rotation of the impeller.

According to another advantageous development of the invention the connection of the connecting duct to the inner delivery chamber is particularly inexpensive if a terminal section of the connecting duct opening into the radially inner, partially annular duct is inclined by a designated angle  $\beta$  to the straight line taken through the axis of rotation of the impeller.

According to another advantageous development of the invention, swirling in the delivery chambers as the fuel flows over can be particularly minimized if the angle  $\alpha$  and/or the angle  $\beta$  is/are approximately  $45^\circ$ .

According to another advantageous development of the invention, the length of the connecting duct can be freely selected, making the minimum pressure in the inner delivery chamber easy to adjust, if the connecting duct has a middle section arranged concentrically between the partially annular ducts.

According to another advantageous development of the invention, any influence exerted on the flow in the connecting duct by friction on the impeller can be particularly

minimized if the impeller has a smooth surface in its area facing the connecting duct.

According to another advantageous development of the invention, it is of assistance in further reducing the influence exerted on the flow by friction on the impeller if the connecting duct in the form of a groove is deeper than it is wide. This design is particularly effective in minimizing the contact surface of the impeller with the medium present in the connecting duct.

According to the invention the second aforementioned object, that is to say the creation of a fuel feed system having such a fuel pump and in which a reliable delivery of fuel is ensured at different speeds of the impeller, is achieved in that the radially outer delivery chamber is connected to the internal combustion engine and the radially inner delivery chamber is connected to a jet pump arranged inside the fuel tank.

This arrangement allows the fuel pump to be designed exclusively for the fuel demand of the internal combustion engine, the connecting duct of the fuel pump ensuring that the radially inner delivery chamber receives sufficient fuel. Compared to a fuel feed system in which the jet pump is supplied with fuel via a branch from the line led to the internal combustion engine, the fuel feed system according to the invention, in which the delivery chambers of the fuel pump are connected by way of a connecting duct, is of particularly cost-effective design. The invention means that the fuel feed system according to the invention has two stages connected by the connecting duct, one of which delivers fuel exclusively to the internal combustion engine and

the other only feeds fuel inside the fuel tank.

A control device for regulating the power output of an electric motor driving the impeller as a function of the fuel demand of the internal combustion engine means that the fuel feed system according to the invention has an especially low energy demand.

The invention permits numerous embodiments. In order to further illustrate its basic principle one of these embodiments is represented in the drawing and is described below. In the drawing:

Fig. 1 shows a schematic representation of a fuel feed system having a fuel pump according to the invention,

Fig. 2 shows a section through the fuel pump in Figure 1 along the line II-II.

Figure 1 shows a schematic representation of a fuel feed system 1 for an internal combustion engine 2 of a motor vehicle having a feed unit 4 arranged in a fuel tank 3. The feed unit 4 has a fuel pump 6, arranged in a swirl pot 5, having a pump stage 8 driven by an electric motor 7. The electric motor 7 is supplied with electrical current via a control device 9. Fuel delivered by the fuel pump 6 passes via a flow line 10 to the internal combustion engine 2. The flow line 10 and electrical leads 11 of the electric motor 7 are led through a flange 12 introduced into the fuel tank 3.

The pump stage 8 takes the form of a side-channel pump and has an impeller 15, rotatably arranged between two casing parts 13, 14, and two delivery chambers 16, 17.



The impeller 15 is rotationally locked on a shaft 18 of the electric motor 7 and has two rings of guide vanes 19, 20 concentrically enclosing one another and defining blade chambers. The blade chambers together with partially annular ducts 21, 22 arranged opposite in the casing parts 13, 14 form the delivery chambers 16, 17. The radially inner delivery chamber 16 delivers fuel from the swirl pot 5 to a jet pump 23, whilst the radially outer delivery chamber 17 delivers fuel from the swirl pot 5 through the electric motor 7 into the flow line 10. The jet pump 23 draws fuel from the fuel tank 3 via a prefilter 24 and delivers this into the swirl pot 5. The delivery chambers 16, 17 each pass through the impeller 15 and therefore have partially annular ducts 21, 22 arranged in each of the casing parts 13, 14. In Fig. 1, for the purpose of illustration, inlets 25, 26 and outlets 27, 28 of the delivery chambers 16, 17 in the casing parts 13, 14 are shown turned into the plane of the drawing. In actual fact the partially annular ducts 21, 22 extend over an angular range of up to 340°.

Fig. 2 shows one of the casing parts 14 of the pump stage 8 of the fuel pump 6 in Figure 1. This clearly shows the partially annular ducts 21, 22 concentrically enclosing one another, which are arranged facing the rings of the guide vanes 19, 20 of the impeller 15 represented in Figure 1. The direction of rotation of the impeller 15 is identified by an arrow. Fig. 2 furthermore shows that the partially annular ducts 21, 22 are connected to one another via a connecting duct 29. The connecting duct 29 takes the form of a groove which is arranged in the casing part 14 and is deeper than it is wide. The connecting duct 29 has an initial section 30 connected to the outer partially annular duct 22, and a terminal section 31 opening into the inner partially annular duct 21. The initial section 30 and the terminal section 31 are connected to one another by a middle section 32 arranged parallel to the

partially annular ducts 21, 22. The initial section 30 is inclined by the angle  $\alpha$  and the terminal section 31 is inclined by the angle  $\beta$  to the straight line taken through the axis of rotation of the impeller 15. The angles  $\alpha$  and  $\beta$  are in each case  $45^\circ$ , for example.

The connecting duct 29 is connected to the partially annular ducts 21, 22 in such a way that at a rated speed of the impeller 15 the same pressure prevails at connections 33, 34 of the connecting duct 29 to the partially annular ducts 21, 22. A pressure equilibrium, which prevents any flow of fuel, thereby prevails in the connecting duct 29. If the speed of the impeller 15 falls below the rated speed, however, the feed pressures in the delivery chambers 16, 17 and hence in the partially annular ducts 21, 22 will also fall. In the radially inner, partially annular duct 21, however, the fall in pressure is much more pronounced than in the radially outer, partially annular duct 22. Such a fall in pressure would mean, however, that the jet pump 23 would no longer be reliably supplied with fuel as propellant. The connecting duct 29 remedies this by diverting fuel from the radially outer delivery chamber 17 in the event of a fall in pressure in the radially inner delivery chamber 16, thereby maintaining the intended pressure in the radially inner delivery chamber 16. The fuel feed system 1 thereby allows the power output of the electric motor 7 to be controlled by the control device 9 according to the fuel consumption of the internal combustion engine 2.



## Claims

1. A fuel pump having a driven impeller facing a casing part, with rings of guide vanes arranged in the impeller concentrically enclosing one another and defining blade chambers, with partially annular fuel feed ducts facing the rings of guide vanes in the casing part, and with outlet ducts connected to the partially annular ducts, the rings of the blade chambers and the partially annular ducts forming a radially inner delivery chamber and a radially outer delivery chamber, **characterized in that** the radially outer delivery chamber (17) is connected to the radially inner delivery chamber (16) via a connecting duct (29).
2. The fuel pump as claimed in claim 1, **characterized in that** the connecting duct (29) is arranged in the casing part (14) and connects the partially annular ducts (21, 22).
3. The fuel pump as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the connecting duct (29) takes the form of a groove arranged in the casing part (14).
4. The fuel pump as claimed in at least one of the preceding claims, **characterized in that** the connecting duct (29) points away from the radially outer delivery chamber (17) towards the radially inner delivery chamber (16) viewed in the direction of rotation of the impeller (15).
5. The fuel pump as claimed in at least one of the preceding claims, **characterized in that** connections (33, 34) of the connecting duct (29) to the radially inner and the radially outer delivery chambers (16,

- 17) are laid so that at a rated speed of the impeller (15) the same pressure prevails on both connections (33, 34).
6. The fuel pump as claimed in at least one of the preceding claims, **characterized in that** an initial section (30) of the connecting duct (29) connected to the radially outer, partially annular duct (22) is inclined by a designated angle  $\alpha$  to the straight line taken through the axis of rotation of the impeller (15).
  7. The fuel pump as claimed in at least one of the preceding claims, **characterized in that** a terminal section (31) of the connecting duct (29) opening into the radially inner, partially annular duct (21) is inclined by a designated angle  $\beta$  to the straight line taken through the axis of rotation of the impeller (15).
  8. The fuel pump as claimed in at least one of the preceding claims, **characterized in that** the angle  $\alpha$  and/or the angle  $\beta$  is/are approximately  $45^\circ$ .
  9. The fuel pump as claimed in at least one of the preceding claims, **characterized in that** the connecting duct (29) has a middle section (32) arranged concentrically between the partially annular ducts (21, 22).
  10. The fuel pump as claimed in at least one of the preceding claims, **characterized in that** the impeller (15) has a smooth surface in its area facing the connecting duct (29).

11. The fuel pump as claimed in at least one of the preceding claims, **characterized in that** the connecting duct (29) in the form of a groove is deeper than it is wide.
12. A fuel feed system for an internal combustion engine of a motor vehicle having a fuel pump as claimed in any one of the preceding claims for drawing fuel from a fuel tank and delivering the fuel to the internal combustion engine, **characterized in that** the radially outer delivery chamber (17) is connected to the internal combustion engine (2) and the radially inner delivery chamber (16) is connected to a jet pump (23) arranged inside the fuel tank (3).
13. The fuel feed system as claimed in claim 12, **characterized by** a control device for regulating the power output of an electric motor (7) driving the impeller (15) as a function of the fuel demand of the internal combustion engine (2).

# Abstract

Fuel pump and fuel feed system for an internal combustion engine of a motor vehicle having a fuel pump

In a fuel pump in the form of a side-channel pump for an motor vehicle two partially annular ducts (21, 22) concentrically enclosing one another are connected to one another via a connecting duct (29). Connections (33, 34) of the connecting duct (29) to the partially annular ducts (21, 22) are laid so that at a rated speed of the fuel pump the same pressure prevails in each of them. If the speed falls below the rated speed, fuel passes from the radially outer, partially annular duct (22) into the radially inner, partially annular duct (21). A sufficient delivery capacity through the radially inner, partially annular duct (21) is thereby ensured.

(Fig. 2)

**10/567654****IAP20 Rec'd PCT/PTO 08 FEB 2006**

## Beschreibung

Kraftstoffpumpe und Kraftstoffversorgungsanlage für eine  
Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges mit einer Kraft-  
5 stoffpumpe

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffpumpe mit einem ange-  
triebenen, einem Gehäuseteil gegenüberstehenden Laufrad, mit  
in dem Laufrad angeordneten, einander konzentrisch umschlie-  
10 ßenden Kränzen von Schaufelkammern begrenzenden Leitschau-  
feln, mit den Kränzen der Leitschaufeln in dem Gehäuseteil  
gegenüberstehenden, teilringförmigen Kanälen zur Förderung  
von Kraftstoff, mit mit den teilringförmigen Kanälen verbun-  
denen Auslasskanälen, wobei die Kränze der Schaufelkammern  
15 und die teilringförmigen Kanäle eine radial innere Förderkam-  
mer und eine radial äußere Förderkammer bilden. Weiterhin be-  
trifft die Erfindung eine Kraftstoffversorgungsanlage für ei-  
ne Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges mit einer solchen  
Kraftstoffpumpe zur Ansaugung von Kraftstoff aus einem Kraft-  
20 stoffbehälter und zur Förderung des Kraftstoffs zu der Brenn-  
kraftmaschine.

Solche Kraftstoffpumpen werden in Kraftstoffversorgungsanla-  
gen heutiger Kraftfahrzeuge häufig eingesetzt und sind aus  
25 der Praxis bekannt. Dabei dienen die Förderkammern der Kraft-  
stoffpumpe zur Befüllung eines Schwalltopfes und zur Versor-  
gung der Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeuges mit Kraft-  
stoff. Das Laufrad ist in der Regel auf einer Welle eines E-  
lektromotors befestigt und wird im Normalbetrieb mit einer  
30 Nenndrehzahl angetrieben. Jedoch wird die Nenndrehzahl insbe-  
sondere beim Start der Brennkraftmaschine bei niedrigen Tem-  
peraturen häufig nicht zuverlässig erreicht, da der Elektro-  
motor mit einer niedrigen Spannung betrieben wird und daher  
nur eine geringe Leistungsabgabe hat. Dies führt insbesondere  
35 in der radial inneren Förderkammer zu einer starken Verminde-  
rung der Förderleistung der Kraftstoffpumpe. Im ungünstigsten  
Fall wird der Schwalltopf hierdurch nicht mehr befüllt und

die Förderung des Kraftstoffs zu der Brennkraftmaschine unterbrochen.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Kraftstoffversorgungsanlage besteht darin, dass das Laufrad im Normalbetrieb unabhängig von dem Kraftstoffbedarf der Brennkraftmaschine ständig mit der Nenndrehzahl angetrieben werden muss, damit die Förderleistung der radial inneren Förderkammer nicht absinkt. Hierdurch weist die Kraftstoffpumpe einen unnötig hohen Energiebedarf zum Antrieb des Laufrades auf.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Kraftstoffpumpe der eingangs genannten Art so zu gestalten, dass sie auch bei einer geringen Drehzahl des Laufrades unterhalb der Nenndrehzahl eine ausreichend hohe Förderleistung der inneren Förderkammer sicherstellt. Weiterhin soll eine Kraftstoffversorgungsanlage mit einer solchen Kraftstoffpumpe geschaffen werden, welche eine zuverlässige Förderung des Kraftstoffs bei unterschiedlichen Drehzahlen des Laufrades sicherstellt.

Das erstgenannte Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die radial äußere Förderkammer mit der radial inneren Förderkammer über einen Verbindungskanal verbunden ist.

Durch diese Gestaltung vermag Kraftstoff von der radial äußeren Förderkammer zu der radial inneren Förderkammer überzufließen, wenn der Druck innerhalb der radial inneren Förderkammer absinkt. Da bei geringer Drehzahl des Laufrades die Förderleistung in der radial äußeren Förderkammer wesentlich weniger absinkt als in der radial inneren Förderkammer, wird hierdurch eine zuverlässige Förderung von Kraftstoff in den beiden Förderkammern sichergestellt. Daher lässt sich die erfindungsgemäße Kraftstoffpumpe bei entsprechend geringem Kraftstoffbedarf der Brennkraftmaschine ohne Gefahr einer Unterbrechung der Förderung des Kraftstoffs auch mit einer Drehzahl unterhalb der Nenndrehzahl betreiben.

Die erfindungsgemäße Kraftstoffpumpe gestaltet sich konstruktiv besonders einfach, wenn der Verbindungskanal in dem Gehäuseteil angeordnet ist und die teilringförmigen Kanäle verbindet.

5

Die Fertigung der erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe erfordert einen besonders geringen Aufwand, wenn der Verbindungskanal als in dem Gehäuseteil angeordnete Nut ausgebildet ist. Da das Gehäuseteil der Kraftstoffpumpe meist ohnehin im Sinterverfahren oder im Spritzgussverfahren gefertigt wird, lässt sich der Verbindungskanal durch eine baulich sehr einfache Änderung der Werkzeugform des Gehäuseteils erzeugen.

Bei einem Druckgefälle zwischen der radial äußeren Förderkammer und der radial inneren Förderkammer lässt sich eine Versorgung der radial inneren Förderkammer mit Kraftstoff zuverlässig sicherstellen, wenn der Verbindungskanal von der radial äußeren Förderkammer in Drehrichtung des Laufrades gesehen zu der radial inneren Förderkammer weist. Da der Druck in der Regel in der radial äußeren Förderkammer größer ist als in der radial inneren Förderkammer und zudem über deren Länge ansteigt, lässt sich durch eine geeignete Wahl des Anschlusses des Verbindungskanals an der radial äußeren Förderkammer einfach sicherstellen, welcher Mindestdruck in der radial inneren Förderkammer eingestellt wird.

Eine Beeinflussung der Strömungen in den Förderkammern durch den Verbindungskanal bei Nenndrehzahl lässt sich gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung einfach vermeiden, wenn die Anschlüsse des Verbindungskanals an der radial inneren und der radial äußeren Förderkammer so gelegt sind, dass bei einer Nenndrehzahl des Laufrades an beiden Anschlüssen derselbe Druck herrscht. Da bei geringer Drehzahl des Laufrades der Druck in der radial inneren Förderkammer besonders stark absinkt, wird durch diese Gestaltung der Druck in der radial inneren Förderkammer ausschließlich un-



terhalb der Nenndrehzahl durch den Verbindungskanal angehoben.

Der Anschluss des Verbindungskanals an der äußeren Förderkammer erfordert gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung einen besonders geringen Aufwand, wenn ein an dem radial äußeren, teilringförmigen Kanal angeschlossener Anfangsabschnitt des Verbindungskanal um einen vorgesehenen Winkel  $\alpha$  zur durch die Drehachse des Laufrades geführten Geraden geneigt ist.

Der Anschluss des Verbindungskanals an der inneren Förderkammer erfordert gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung einen besonders geringen Aufwand, wenn ein in den radial inneren, teilringförmigen Kanal mündender Endabschnitt des Verbindungskanals um einen vorgesehenen Winkel  $\beta$  zur durch die Drehachse des Laufrades geführten Geraden geneigt ist.

Verwirbelungen in den Förderkammern beim Überströmen des Kraftstoffs lassen sich gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung besonders gering halten, wenn der Winkel  $\alpha$  und/oder der Winkel  $\beta$  ungefähr  $45^\circ$  betragen/beträgt.

Die Länge des Verbindungskanals lässt sich gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung frei wählen und damit der Mindestdruck in der inneren Förderkammer einfach einstellen, wenn der Verbindungskanal einen konzentrisch zwischen den teilringförmigen Kanälen angeordneten, mittleren Abschnitt aufweist.

Eine Beeinflussung der Strömung in dem Verbindungskanal durch Reibung an dem Laufrad lässt sich gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung besonders gering halten, wenn das Laufrad in seinem dem Verbindungskanal gegenüberstehenden Bereich eine glatte Oberfläche aufweist.

Zur weiteren Verringerung der Beeinflussung der Strömung durch Reibung an dem Laufrad trägt es gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung bei, wenn der als Nut ausgebildete Verbindungskanal tiefer als breit ist. Durch  
5 diese Gestaltung wird die Kontaktfläche des Laufrades mit dem in dem Verbindungskanal befindlichen Medium besonders gering gehalten.

Das zweitgenannte Problem, nämlich die Schaffung einer Kraftstoffversorgungsanlage mit einer solchen Kraftstoffpumpe, bei  
10 welcher eine zuverlässige Förderung des Kraftstoffs bei unterschiedlichen Drehzahlen des Laufrades sichergestellt ist, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die radial äußere Förderkammer mit der Brennkraftmaschine und die radial innere  
15 Förderkammer mit einer innerhalb des Kraftstoffbehälters angeordneten Saugstrahlpumpe verbunden ist.

Durch diese Gestaltung lässt sich die Kraftstoffpumpe ausschließlich für den Kraftstoffbedarf der Brennkraftmaschine  
20 auslegen, wobei durch den Verbindungskanal der Kraftstoffpumpe sichergestellt ist, dass die radial innere Förderkammer ausreichend Kraftstoff erhält. Im Vergleich zu einer Kraftstoffförderanlage, bei der die Saugstrahlpumpe über einen Abzweig von der zu der Brennkraftmaschine geführten Leitung mit  
25 Kraftstoff versorgt wird, gestaltet sich die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage, bei der die Förderkammern der Kraftstoffpumpe über einen Verbindungskanal verbunden sind, besonders kostengünstig. Dank der Erfindung hat die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage zwei über den Verbindungs-  
30 kanal verbundene Stufen, von denen eine ausschließlich die Brennkraftmaschine und die andere ausschließlich Kraftstoff innerhalb des Kraftstoffbehälters fördert.

Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage hat durch  
35 eine Steuereinrichtung zur Regelung der Leistung eines das Laufrad antreibenden Elektromotors in Abhängigkeit von dem

Kraftstoffbedarf der Brennkraftmaschine einen besonders geringen Energiebedarf.

Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips ist eine davon in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Diese zeigt in

Fig. 1 schematisch eine Kraftstoffversorgungsanlage mit einer erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung durch die Kraftstoffpumpe aus Figur 1 entlang der Linie II - II.

Figur 1 zeigt schematisch eine Kraftstoffversorgungsanlage 1 für eine Brennkraftmaschine 2 eines Kraftfahrzeuges mit einer in einem Kraftstoffbehälter 3 angeordneten Fördereinheit 4. Die Fördereinheit 4 weist eine in einem Schwalltopf 5 angeordnete Kraftstoffpumpe 6 mit einer von einem Elektromotor 7 angetriebenen Pumpenstufe 8 auf. Der Elektromotor 7 wird über eine Steuereinrichtung 9 mit elektrischem Strom versorgt. Von der Kraftstoffpumpe 6 geförderter Kraftstoff gelangt über eine Vorlaufleitung 10 zu der Brennkraftmaschine 2. Die Vorlaufleitung 10 und elektrische Leitungen 11 des Elektromotors 7 sind durch einen in den Kraftstoffbehälter 3 eingesetzten Flansch 12 hindurchgeführt.

Die Pumpenstufe 8 ist als Seitenkanalpumpe ausgebildet und weist ein zwischen zwei Gehäuseteilen 13, 14 drehbar angeordnetes Laufrad 15 und zwei Förderkammern 16, 17 auf. Das Laufrad 15 ist drehfest auf einer Welle 18 des Elektromotors 7 befestigt und hat zwei einander konzentrisch umschließende Kränze Schaufelkammern begrenzende Leitschaufeln 19, 20. Die Schaufelkammern bilden mit gegenüberstehend in den Gehäuseteilen 13, 14 angeordneten, teilringförmigen Kanälen 21, 22 die Förderkammern 16, 17. Die radial innere Förderkammer 16 fördert Kraftstoff aus dem Schwalltopf 5 zu einer Saugstrahl-

pumpe 23, während die radial äußere Förderkammer 17 Kraftstoff aus dem Schwalltopf 5 durch den Elektromotor 7 in die Vorlaufleitung 10 fördert. Die Saugstrahlpumpe 23 saugt Kraftstoff über einen Vorfilter 24 aus dem Kraftstoffbehälter 3 an und fördert diesen in den Schwalltopf 5. Die Förderkammern 16, 17 durchdringen jeweils das Laufrad 15 und weisen daher in jedem der Gehäuseteile 13, 14 angeordnete, teilringförmige Kanäle 21, 22 auf. In Figur 1 sind zur Verdeutlichung Einlässe 25, 26 und Auslässe 27, 28 der Förderkammern 16, 17 in den Gehäuseteilen 13, 14 in die Zeichenebene gedreht dargestellt. Tatsächlich erstrecken sich die teilringförmigen Kanäle 21, 22 über einen Winkelbereich von bis zu  $340^\circ$ .

Figur 2 zeigt eines der Gehäuseteile 14 der Pumpenstufe 8 der Kraftstoffpumpe 6 aus Figur 1. Hierbei sind die einander konzentrisch umschließenden teilringförmigen Kanäle 21, 22, welche den Kränzen der Leitschaufeln 19, 20 des in Figur 1 dargestellten Laufrades 15 gegenüberstehen, deutlich zu erkennen. Die Drehrichtung des Laufrades 15 ist mit einem Pfeil gekennzeichnet. Weiterhin zeigt Figur 2, dass die teilringförmigen Kanäle 21, 22 über einen Verbindungskanal 29 miteinander verbunden sind. Der Verbindungskanal 29 ist als in dem Gehäuseteil 14 angeordnete Nut ausgebildet, welche tiefer als breit ist. Der Verbindungskanal 29 weist einen an dem äußeren teilringförmigen Kanal 22 angeschlossenen Anfangsabschnitt 30 und einen in den inneren teilringförmigen Kanal 21 mündenden Endabschnitt 31 auf. Der Anfangsabschnitt 30 und der Endabschnitt 31 sind über einen parallel zu den teilringförmigen Kanälen 21, 22 angeordneten, mittleren Abschnitt 32 miteinander verbunden. Der Anfangsabschnitt 30 ist um den Winkel  $\alpha$  und der Endabschnitt 31 ist um den Winkel  $\beta$  zur durch die Drehachse des Laufrades 15 geführten Geraden geneigt. Die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  betragen beispielsweise jeweils  $45^\circ$ .

Der Verbindungskanal 29 ist derart an den teilringförmigen Kanälen 21, 22 angeschlossen, dass an Anschlüssen 33, 34 des Verbindungskanals 29 an den teilringförmigen Kanälen 21, 22

bei einer Nenndrehzahl des Laufrades 15 derselbe Druck herrscht. Damit herrscht in dem Verbindungskanal 29 ein Druckgleichgewicht, welches eine Strömung von Kraftstoff unterbindet. Sinkt die Drehzahl des Laufrades 15 jedoch unter die Nenndrehzahl, sinken auch die Förderdrücke in den Förderkammern 16, 17 und damit den teilringförmigen Kanälen 21, 22. In dem radial inneren, teilringförmigen Kanal 21 ist der Druckabfall jedoch wesentlich stärker ausgeprägt als in dem radial äußeren, teilringförmigen Kanal 22. Ein solcher Druckabfall hätte jedoch zur Folge, dass die Saugstrahlpumpe 23 nicht mehr zuverlässig mit Kraftstoff als Treibmittel versorgt werden würde. Der Verbindungskanal 29 schafft hierbei Abhilfe, indem bei einem Absinken des Drucks in der radial inneren Förderkammer 16 Kraftstoff aus der radial äußeren Förderkammer 17 abgezweigt wird und den vorgesehenen Druck in der radial inneren Förderkammer 16 aufrecht erhält. Damit ermöglicht die Kraftstoffversorgungsanlage 1 die Steuerung der Leistungsabgabe des Elektromotors 7 durch die Steuereinrichtung 9 nach dem Verbrauch der Brennkraftmaschine 2 an Kraftstoff.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffpumpe mit einem angetriebenen, einem Gehäuse-  
teil gegenüberstehenden Laufrad, mit in dem Laufrad an-  
geordneten, einander konzentrisch umschließenden Krän-  
zen von Schaufelkammern begrenzenden Leitschaufeln, mit  
den Kränzen der Leitschaufeln in dem Gehäuseteil gege-  
nüberstehenden, teilringförmigen Kanälen zur Förderung  
von Kraftstoff, mit mit den teilringförmigen Kanälen  
verbundenen Auslasskanälen, wobei die Kränze der Schau-  
felkammern und die teilringförmigen Kanäle eine radial  
innere Förderkammer und eine radial äußere Förderkammer  
bilden, dadurch gekennzeichnet, dass die ra-  
dial äußere Förderkammer (17) mit der radial inneren  
Förderkammer (16) über einen Verbindungskanal (29) ver-  
bunden ist.
2. Kraftstoffpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass der Verbindungskanal (29) in dem Ge-  
häuseteil (14) angeordnet ist und die teilringförmigen  
Kanäle (21, 22) verbindet.
3. Kraftstoffpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Verbindungskanal (29)  
als in dem Gehäuseteil (14) angeordnete Nut ausgebildet  
ist.
4. Kraftstoffpumpe nach zumindest einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der  
Verbindungskanal (29) von der radial äußeren Förderkam-  
mer (17) in Drehrichtung des Laufrades (15) gesehen zu  
der radial inneren Förderkammer (16) weist.
5. Kraftstoffpumpe nach zumindest einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass An-  
schlüsse (33, 34) des Verbindungskanals (29) an der ra-  
dial inneren und der radial äußeren Förderkammer (16,



17) so gelegt sind, dass bei einer Nenndrehzahl des Laufrades (15) an beiden Anschlüssen (33, 34) derselbe Druck herrscht.

- 5 6. Kraftstoffpumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein an dem radial äußeren, teilringförmigen Kanal (22) angeschlossener Anfangsabschnitt (30) des Verbindungskanal (29) um einen vorgesehenen Winkel  $\alpha$  zur durch die  
10 Drehachse des Laufrades (15) geführten Geraden geneigt ist.
7. Kraftstoffpumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein  
15 in den radial inneren, teilringförmigen Kanal (21) mündender Endabschnitt (31) des Verbindungskanals (29) um einen vorgesehenen Winkel  $\beta$  zur durch die Drehachse des Laufrades (15) geführten Geraden geneigt ist.
- 20 8. Kraftstoffpumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel  $\alpha$  und/oder der Winkel  $\beta$  ungefähr  $45^\circ$  betragen/beträgt.
- 25 9. Kraftstoffpumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbindungskanal (29) einen konzentrisch zwischen den teilringförmigen Kanälen (21, 22) angeordneten, mittleren Abschnitt (32) aufweist.
- 30 10. Kraftstoffpumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufrad (15) in seinem dem Verbindungskanal (29) gegenüberstehenden Bereich eine glatte Oberfläche aufweist.
- 35 11. Kraftstoffpumpe nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der



als Nut ausgebildete Verbindungskanal (29) tiefer als breit ist.

- 5 12. Kraftstoffversorgungsanlage für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges mit einer Kraftstoffpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Ansaugung von Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter und zur Förderung des Kraftstoffs zu der Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass die radial äußere Förderkammer (17) mit der Brennkraftmaschine (2) und 10 die radial innere Förderkammer (16) mit einer innerhalb des Kraftstoffbehälters (3) angeordneten Saugstrahlpumpe (23) verbunden ist.
- 15 13. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch eine Steuereinrichtung zur Regelung der Leistung eines das Laufrad (15) antreibenden Elektromotors (7) in Abhängigkeit von dem Kraftstoffbedarf der Brennkraftmaschine (2).

20

## Zusammenfassung

Kraftstoffpumpe und Kraftstoffversorgungsanlage für eine  
Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges mit einer Kraft-  
5 stoffpumpe

Bei einer als Seitenkanalpumpe ausgebildeten Kraftstoffpumpe  
für ein Kraftfahrzeug sind zwei einander konzentrisch um-  
schließende, teilringförmige Kanäle (21, 22) über einen Ver-  
10 bindungskanal (29) miteinander verbunden. Anschlüsse (33, 34)  
des Verbindungskanals (29) an den teilringförmigen Kanälen  
(21, 22) sind so gelegt, dass bei Nenndrehzahl der Kraft-  
stoffpumpe jeweils derselbe Druck herrscht. Sinkt die Dreh-  
zahl unter die Nenndrehzahl, gelangt Kraftstoff aus dem radi-  
15 al äußeren, teilringförmigen Kanal (22) in den radial inne-  
ren, teilringförmigen Kanal (21). Hierdurch wird eine ausrei-  
chende Förderleistung durch den radial inneren, teilringförmigen Kanal (21) sichergestellt.

20 (Figur 2)

FIG 1

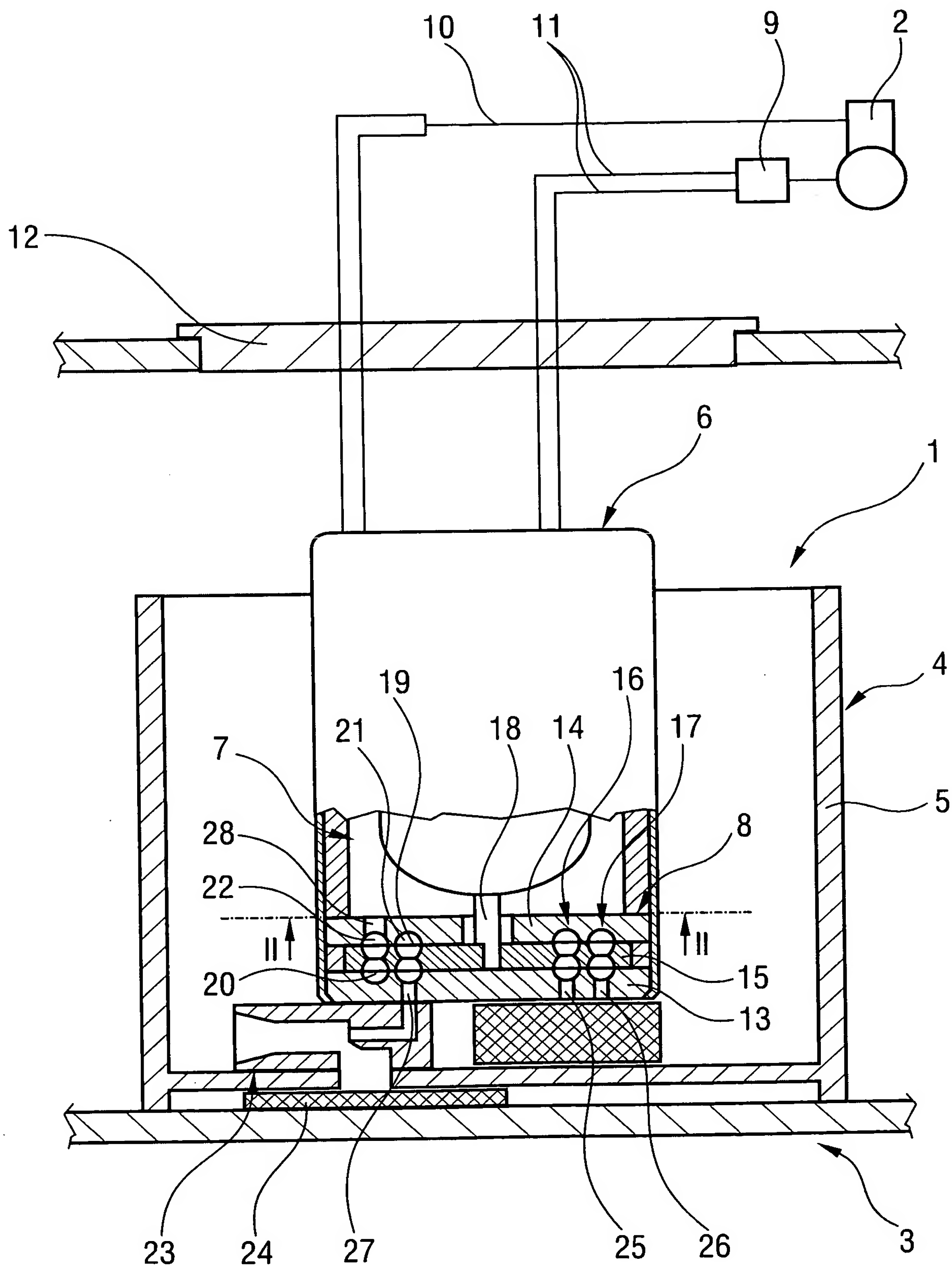


FIG 2

